FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1926

THÈSE

N°_____

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

ROBERT GAUILLARD

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Né le 6 Octobre 1894, à Rouen

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE

LA STÉRÉOMÉTRIE

RADIOGRAPHIQUE

Président : M. STROHL, *Professeur*

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 93

—

1926

LE DOYEN. . . . . M. ROGER.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS.
Anatomie médico-chirurgicale	CUNÉO.
Physiologie	ROGER.
Physique médicale	STROHL.
Chimie organique et chimie générale	DESGREZ.
Bactériologie	LEMIERRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	Marcel LABBÉ.
Pathologie médicale	SICARD.
Pathologie chirurgicale	LECENE.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	PRENANT.
Pharmacologie et matière médicale	TRIFFANEAU.
Thérapeutique	CARNOT.
Hygiène et médecine préventive	Léon BERNARD.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MÉNÉTRIER.
Pathologie expérimentale et comparée	RATHERY.
Clinique médicale	GILBERT. BEZANÇON. ACHARD. WIDAL.
Hygiène et clinique de la première enfance	MARFAN.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	JEANSELME.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER.
Clinique chirurgicale	DELBET. HARTMANN. LEJARS. GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	LEGUEU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE. BRINDEAU. JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	VAQUEZ.
Clinique oto-rhino-laryngologique	SEBILEAU.
Clinique thérapeutique chirurgicale	DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Professeur sans chaire	ROUVIERE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.	
ABRAMI	Pathologie médicale.
ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
AUBERTIN	Pathologie médicale.
BASSET	Pathologie chirurgicale.
BAUDOUIN	Pathologie médicale.
BINET	Physiologie.
BLANCHETIÈRE	Chimie biologique.
BRANCA	Histologie.
BRULÉ	Pathologie médicale.
CADENAT	Pathologie chirurgicale.
CHAMPY	Histologie.
CHIRAY	Pathologie médicale.
CLERC	Pathologie médicale.
DEBRÉ	Hygiène.
I. de JONG	Anatomie pathologique.
DUVOIR	Médecine légale.
ÉCALLE	Obstétrique.
FIESSINGER	Pathologie médicale
FOIX	Pathologie médicale.
GARNIER	Pathologie expérimentale.
HARVIER	Pathologie médicale.
HEITZ-BOYER	Urologie.
HOVELACQUE	Anatomie.
JOYEUX	Parasitologie.
LABBÉ (Henri)	Chimie biologique.
LARDENNOIS	Pathologie chirurgicale.
LE LORIER	Obstétrique.
LEMAITRE	Oto-rhino-laryngologie.
LÉVY SOLAL	Obstétrique.
LHERMITTE	Pathologie mentale.
LIAN	Pathologie médicale
MATHIEU	Pathologie chirurgicale.
METZGER	Obstétrique.
MOCQUOT	Pathologie chirurgicale.
MONDOR	Pathologie chirurgicale.
MOURE	Pathologie chirurgicale.
MULON	Histologie.
PHILIBERT	Bactériologie.
RIBIERRE	Pathologie médicale.
RICHET Fils	Physiologie.
TANON	Pathologie médicale.
VAUDESCAL	Obstétrique.
VERNE	Histologie.
VILLARET	Pathologie médicale.
VELTER	Ophtalmologie.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.	
GOUGEROT	Pathologie médicale.
GUÉNIOT	Obstétrique.
RETTERER	Histologie.

VI. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE

à titre permanent

MM.		MM	
AUVRAY	Clinique chirurgicale.	LÉRI	Clinique médicale.
CHEVASSU. . . .	Clinique chirurgicale.	LŒPER.	Clinique médicale.
LAIGNEL-LAVASTINE. .	Clinique médicale.	PROUST	Clinique chirurgicale.
LEREBOULLET. .	Clinique médicale infantile.	SCHWARTZ . . .	Clinique chirurgicale

V. — CHARGÉS DE COURS

MM. MAUCLAIRE, agrégé. . . .	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidents du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY	Stomatologie.
CHAILLEY-BERT	Éducation physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.

Par délibération en date du 9 Décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à eurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

LE DOCTEUR JEAN-HENRY GAUILLARD

1861-1918

MORT VICTIME DU DEVOIR PROFESSIONNEL

MEIS & AMICIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. le Professeur STROHL

Professeur de Physique médicale
a la Faculté de Médecine

En hommage de reconnaissance.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

1914-1915

M. le Professeur Raoul BRUNON,
Directeur Honoraire de l'Ecole de Médecine de Rouen

1919-1920

M. le Professeur Agrégé LEGRY,
Médecin Honoraire des Hôpitaux de Paris

M. le Professeur WALTHER
Chirurgien Honoraire des Hôpitaux de Paris

Externat :

MM. les Docteurs :

1920-1921 DESTERNES.

1921-1922 SAVARIAUD.
HUDELO.

1922-1923 LAFFITTE.

1923-1924 RAVAUT.
DESTERNES.

1924-1925 CAUCHOIX (*in memoriam*).

1925-1926 AUBOURG.

MM. Charles GUILBERT, Chef de Laboratoire Adjoint des Hôpitaux de Paris ; Louis MICHON ; KNOWSLEY-SIBLEY, M.A. M.D. B.C. Camb. M.R.C.P.

Préambule

Il suffit de considérer les remarquables résultats que l'on obtient avec la stéréoradiographie, pour se convaincre que cette méthode d'investigation radiologique est la méthode de l'avenir.

Lorsque l'examen radiographique porte sur une région de structure un peu complexe, les rayons traversant de nombreux plans étagés en profondeur viennent impressionner le film sur lequel les images se rencontrent et se confondent : il en résulte un fouillis de lignes claires et sombres enchevêtrées, dans lesquelles il est souvent difficile de se reconnaître.

Or, c'est bien le propre de la stéréoradiographie de rendre à ces lignes leur situation dans l'espace, de les différencier et de permettre à nos yeux de donner aux ombres radiologiques leur vraie valeur.

On peut dire que la stéréoradiographie a plus fait pour la radiologie que la stéréoscopie n'a fait pour la photographie.

De plus, l'objet virtuel reconstitué devant nos yeux par un couple stéréoradiographique est identique à ce-

lui que nous pourrions reconstituer par une construction géométrique en prenant ce couple pour base.

On conçoit qu'il vienne tout de suite à l'esprit d'appliquer aux mensurations radiographiques cette propriété de la stéréoradiographie de débrouiller les figures radiographiques et de reconstituer géométriquement l'objet radiographié. La stéréométrie radiographique est, en effet, presque contemporaine de la découverte des Rayons X. Depuis Marie et Ribaut, qui furent les premiers à chercher à appliquer la stéréoscopie à la mesure des distances en radiographie, un certain nombre de radiologistes, tant en France qu'à l'étranger, ont essayé de résoudre d'une manière pratique le problème de la mensuration stéréoradiographique.

Tous les essais faits dans ce sens sont basés sur les principes émis par Marie et Ribaut et les méthodes proposées ne sont que des variantes de leur stéréométrie, c'est-à-dire mesures en profondeur par les variations du parallaxe stéréographique. Le plus grave défaut de toutes ces méthodes est leur complexité, qui, jusqu'ici, a empêché d'en faire l'emploi dans la pratique courante.

Est-il donc impossible de simplifier suffisamment les différents actes qui nous permettront d'avoir, à l'aide de la stéréoradiographie, des mesures exactes, et de mettre cette méthode à la portée de tout laboratoire moyennement outillé ? Nous ne le croyons pas, et c'est ce que nous nous proposons d'exposer dans ce travail.

Nous pensons que les mesures stéréoradiographiques peuvent être rendues faciles et exactes ; qu'elles constituent la solution la plus élégante du problème du repé-

rage des corps étrangers, de la mensuration des diamètres du bassin, de la tête fœtale et des diamètres cardiaques.

Dans notre exposé, après avoir fait un court historique de la radiostéréographie, nous discuterons les bases sur lesquelles on peut poser la théorie de la mensuration stéréographique. Nous parlerons ensuite de la méthode de stéréo-ortho-diagraphique de Beyerlen; nous décrirons la technique générale de la prise des clichés et de leur lecture, en nous étendant plus longuement sur celle de la stéréo-ortho-diagraphie. Enfin, nous parlerons des applications pratiques de cette dernière méthode en particulier au repérage des projectiles, à la pelvimétrie et à la céphalométrie.

II

Historique

La découverte des Rayons X par Rœntgen date de l'année 1895. L'idée de faire bénéficier la nouvelle découverte des avantages de la stéréoscopie naquit quelques mois après, en mars 1896. Elle était due à deux Français : Imbert et Bertin Sans, de Montpellier, qui proposèrent pour obtenir les deux épreuves l'inclinaison des rayons. La même année, Rémy et Contremoulins présentaient à l'Académie des Sciences une note sur l'emploi de la stéréographie dans les recherches anatomiques. Peu après, Destot de Lyon lisait à la Société de Biologie un mémoire sur l'application de la stéréoscopie à l'étude radiologique de l'appareil circulatoire et proposait, pour obtenir les deux épreuves stéréoradiographiques, le déplacement du tube producteur de rayons. En 1897, Lévy Dorn publiait un important travail sur la valeur de la méthode stéréoradiographique en chirurgie. Mais c'est à Marie et Ribaut que l'on doit le plus beau travail sur la question et c'est eux qui firent les premiers essais de mensurations stéréoradiographiques. Dès 1897, ces deux auteurs essayè-

rent de déterminer géométriquement les règles de la stéréoradiographie, conformément aux données établies par Cazes dans son ouvrage « La stéréoscopie de précision » et dans une série de mémoires du plus haut intérêt.

Partant de ces données, ils montrèrent comment, selon eux, on pouvait effectuer la mensuration stéréoradiographique et décrivirent un stéréomètre. L'idée des mensurations stéréoscopiques n'était pas neuve, et l'application la plus curieuse en avait été faite par le Canadien Français Deville, qui l'avait appliquée à mesurer la distance parcourue en un jour par un astre qui s'éloignait de nous et à qui on a donné le nom de Stéréoscopia. Pour effectuer ses mesures, Deville photographiait l'astre le matin, puis le soir, et se servait du couple stéréoscopique ainsi obtenu pour calculer l'angle de disparition parallactique.

Les principes émis par Marie et Ribaut, malgré de nombreuses critiques, sont restés classiques et furent le point de départ d'un grand nombre de travaux. Nous ne pouvons songer à citer tous les auteurs qui se sont occupés de la stéréoradiographie, encore moins pouvons-nous citer tous leurs travaux ; nous rappellerons seulement ceux de A. Béclère, le maître de la radiologie française, de Henrard, du Professeur Hirtz, d'Aubourg, de Maurice d'Halluin, de Galezewski, de Toussaint, de Villard, de Zimmern, Contremoulins, Lambert, etc...

A l'étranger, où la stéréoradiographie est beaucoup plus en faveur qu'en France, nous citerons les noms de Helmholz, Sir James Mackensie Davidson, Walsham, Hildebrand, Eykmann, Walter Lenhartz, Emile et Carl

Beck, Alban Köhler, Drüner, Pulfrish, Hænisch, Grünmack, Albers Shönberg, Wenkenback, Caldwell, Case, Hasselwander, Tredelenbourg, Grödel, Faught, Lang, Lester, Léonard.

Nous devons faire une place particulière aux remarquables travaux de français Dioclès. Cet auteur eut le premier l'idée d'appliquer à la radiologie les principes de la téléphotographie en stéréographie et mit au point la technique qu'il a appelée l'hyperstéréoradiographie; il réalise, à l'aide de cette méthode, d'incomparables stéréogrammes. Les premières applications en furent présentées en son nom à la Société Française d'Electro-Radiologie, en juin 1924. Depuis cette époque, ses travaux se sont multipliés et son nom restera attaché à la méthode.

Malgré cette multiplicité de travaux et les résultats vraiment remarquables obtenus en stéréoradiographie, il ne semble pas que les médecins français aient été jusqu'à présent incités à utiliser plus largement la stéréoradiographie.

Quant aux mesures stéréoradiographiques, après avoir connu un regain d'actualité pendant la guerre, il semble qu'elles soient tombées complètement dans l'oubli.

Les principes émis par Marie et Ribaut et l'application qu'ils en firent, auraient cependant pu servir de point de départ à de nombreuses recherches, pour trouver un moyen pratique d'effectuer des mesures stéréoradiographiques. Il n'en fut rien et il faut attendre la guerre pour trouver les essais de Tauleigne et Mazo, et ceux de Paris et Richard pour résoudre le problème.

Les premiers nommés avaient construit un radio-

stéréomètre qui est, comme son nom l'indique, surtout un appareil de mesure donnant des profondeurs à partir de repères anatomiques.

L'appareil de Tauleigne Mazo se compose uniquement d'un petit stéréoscope, genre stéréoscope de Hirtz, devant lequel on place une lame de verre graduée par des lignes verticales, que l'on déplace devant les stéréoradiographies à mesurer. Il y a une relation mathématique entre le déplacement apparent dans l'espace de l'image virtuelle des lignes tracées sur ce verre et le déplacement de ces lignes elles-mêmes. Cette relation est appliquée à la mesure des profondeurs.

Cet appareil est, en somme, basé sur le principe du stéréomètre de Marie et Ribaut ; il en diffère peu ; il est seulement d'un maniement plus aisé, et ne nécessite aucun calcul, le déplacement des lignes graduées étant traduit sur un cadran en mesures de profondeur. Mais ces mesures sont très approximatives, et les mesures obliques ou latérales sont impossibles.

L'oppareil de Paris et Richard, appelé stéréothésimètre, est aussi basé sur le principe du stéréomètre de Marie et Ribaut. Il se compose de deux cadres, l'un fixe, l'autre mobile, appelé mensurateur : les mesures des trois coordonnées apparentes d'un point sont faites à l'aide de trois fils, un horizontal, les deux autres verticaux. Ces coordonnées vraies à l'aide d'une abaque stéréoradiographique.

En Allemagne, Pulfrish et Von Orel construisirent des appareils de mesure stéréographiques, mais ces instruments sont d'un maniement délicat.

Dans une conférence sur les progrès de la stéréoscopie, Collardeau signalait un de ces appareils construit par Zeiss, qui paraît bien apporter la solution du problème, mais dont le prix interdit pratiquement l'emploi.

Grâce aux récentes communications de Dioclès, la question de la stéréoradiographie est à l'ordre du jour en France, nous ne doutons pas que d'ici quelques années cette méthode d'investigation radiologique soit de pratique courante et que les médecins ne demandent à la stéréoradiagraphie la précision de mesures anatomiques qu'ils ont vainement, jusqu'ici, cherché à avoir par la radiologie.

III

La Stéréométrie

1° La stéréométrie de Marie et Ribaut

Si on examine un couple stéréographique, il se forme devant les yeux une image *virtuelle* qui est la reconstitution exacte, comme forme et comme dimensions, de l'objet réel qui a été radiographié.

Cette reconstitution est une masse virtuelle dont on distingue avec netteté les divers plans et dans laquelle on peut apprécier à l'œil les distances qui séparent ces divers plans.

Mais pour que la reconstitution de l'objet se fasse absolument exacte en dimension, il faut, selon Marie et Ribaut, que nos rayons visuels fassent, par leur direction, ce que l'on ferait pour reconstruire géométriquement l'objet à l'aide des deux épreuves radiographiques. Pour cela, il faut observer un certain nombre de règles qui découlent des considérations géométriques et que ces auteurs formulent ainsi :

1° Chaque œil doit être placé au point de vue de l'épreuve qui lui correspond, c'est-à-dire que :

a) Il doit regarder l'épreuve qui lui correspond ;

b) Il doit en être séparé par la distance principale ;

c) Le pied de la perpendiculaire abaissée de l'œil sur le plan des épreuves doit coïncider avec le point principal ;

2° La ligne d'horizon principale d'une épreuve doit être dans le prolongement de la ligne d'horizon principale de l'autre épreuve ;

3° Si l'on ne veut conserver que la forme et non les dimensions, il est permis, géométriquement, de faire les écartements des points de vue différents de la distance des yeux de celui qui doit observer l'image stéréoscopique.

L'observation de ces règles nécessite la connaissance du point principal, de la distance principale, de la ligne d'horizon principale. Pourvu qu'on observe ces règles on peut faire de la stéréométrie.

La stéréométrie a pour but la détermination exacte de la position dans l'espace d'un point quelconque d'un objet. Or, pour fixer d'une façon exacte la position d'un point dans l'espace, il faut connaître trois coordonnées de ce point : l'une verticale, les deux autres perpendiculaires à la première, sans pour cela être perpendiculaires entre elles. Pour connaître la distance qui sépare deux points, il suffira de connaître trois coordonnées de chacun de ces points. Par conséquent, la solution du problème de la stéréométrie comprendra la détermination de ces trois coordonnées.

C'est Marie et Ribaut qui apportèrent la première contribution à la résolution de ce problème. Leur première solution était basée sur la superposition de deux couples stéréoscopiques, l'un de ces couples étant un réseau représentant l'appareil de mesure ne tenait pas compte des trois coordonnées.

La seconde solution, basée sur la recherche des trois coordonnées, était d'application plus facile et réduisit le réseau à deux fils verticaux.

C'est à ces auteurs que nous emprunterons la démonstration de ce problème.

Etant donné deux perspectives d'un point A sur un même plan et connaissant comme élément de ces perpectives :

1° La distance du foyer producteur de rayons au film;

2° Le déplacement du tube à Rayons X;

3° La distance qui sépare les deux projections du point A.

Il est possible de savoir dans quel plan se trouve le point A. Il est facile d'établir la relation qui existe entre ces divers éléments et la distance du plan qui contient le point A, soit au plan de la plaque, soit à la ligne sur laquelle s'est déplacée l'ampoule à Rayons X.

Pour cela, supposons le plan du film perpendiculaire au plan de la figure que nous allons construire et projetons sur ce dernier plan : le plan du film, les deux positions de l'ampoule, les pieds des perpendiculaires abaissées des deux positions de l'ampoule, le point A, son plan de front et ses deux images. Supposons, en outre,

que la ligne qui joint les deux positions de l'ampoule est parallèle au plan de la figure (Fig. I).

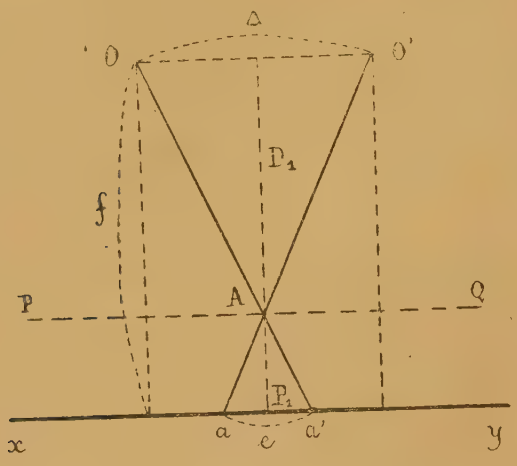

Fig. I

Soit : x y la projection du plan du film.

P Q la projection du plan de front contenant A.

O O' les deux positions de l'ampoule.

V V' les deux pieds des perpendiculaires abaissées de O et O'.

a a' les deux images de A correspondant à O et O'.

Δ l'écart des deux positions de l'ampoule.

f la distance O V = O'V' ou distance focale.

D_1 la distanre du plan du front contenant A à la ligne de déplacement de l'ampoule.

P' la distance du plan de front A au plan du film.

Si l'on considère les deux triangles semblables OAO' et aAa', on peut écrire que le rapport des bases OO', c'est-à-dire Δ, et aa' soit e, est égal au rapport des hauteurs D_1 ($f-P_1$) et P_1.

$$\frac{\Delta}{e} = \frac{f - P_1}{P_1}$$

d'où $D_1 = \frac{f\,\Delta}{\Delta + e}$ et $P_1 = \frac{f\,e}{\Delta + e}$

On peut ainsi obtenir la distance de A à la plaque, c'est-à-dire la coordonnée verticale. On peut la calculer soit par des opérations numériques, soit en consultant un abaque graphique établi d'avance.

Pour les deux autres coordonnées, on peut les trouver en se servant d'épures graphiques : cependant, pour éviter l'imprécision qui peut résulter d'une construction graphique, nous allons établir les formules qui permettront de trouver ces deux coordonnées.

On aura eu soin, auparavant, de disposer sous l'ampoule un croisillon formé de deux fils métalliques se coupant à angle droit, le rayon normal de l'ampoule passant par l'intersection de ces fils, dont l'un est parallèle au déplacement de l'ampoule. Les deux fils qui apparaîtront sur les films seront les axes des coordonnées cherchées que nous appellerons x et y, et nous pourrons construire la figure suivante. (Fig. II).

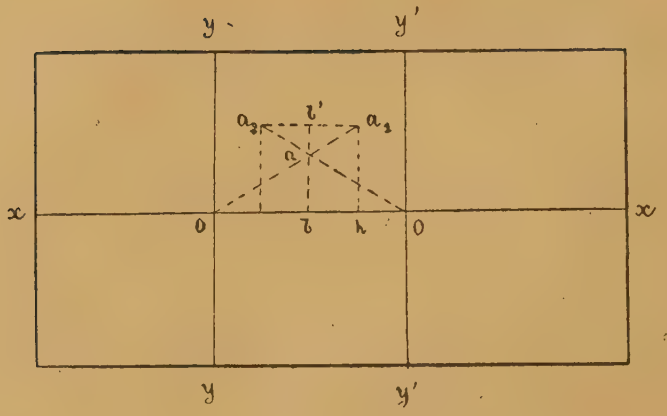

FIG. II

Pour déterminer les coordonnées de a, projection orthogonale de A sur la plaque, on joint O et O', à a_1 et a_2, l'intersection de ces deux droites donne la position de a, dont il suffit de mesurer les coordonnées ab et bo sur le cliché lui-même.

On peut avoir recours aux formules que l'on obtient par considtration des triangles semblables O à O' et a_1 a a_2, le rapport des bases étant égal au rapport des hauteurs, on a :

$$\frac{o\ o'}{a_1\ a_2} = \frac{a\ b}{a\ b'} \text{ ou } \frac{\Delta}{e} = \frac{y}{c - y}$$

car a b' = b b' - a b et b b' est égale à la coordonnée y des points a_1 et a_2 en appelant c cette coordonnée que l'on a mesurée sur le cliché, on a : a b' = c - y.

On tire du rapport :

$$\frac{\Delta}{e} = \frac{y}{c - y} \quad \gamma = \frac{\Delta\, c}{e + \Delta}$$

Pour avoir la coordonnée x, on considère les triangles semblables o a_1 h et o a b, qui donnent :

$$\frac{a_1\, h}{b} = \frac{O\, h}{O\, b}$$

Ou en remplaçant a_1 h par c et o h par d que l'on mesure sur les clichés, on a :

$$\frac{c}{y} = \frac{d}{x} \quad \text{d'où} \quad x = \frac{d\, y}{c}$$

En remplaçant y par sa valeur on a :

$$X = \frac{d}{e + \Delta}$$

Connaissant ainsi les trois coordonnées x y z de deux points, on obtient la distance entre ces deux points par la formule connue :

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

La solution proposée par Marie et Ribaut consistait à superposer au couple stéréographique le couple fait de fils métalliques de leur stéréomètre. Il s'agissait de manœuvrer les deux fils jusqu'à ce que l'image virtuelle de ces

deux fils vienne toucher le point dont on voulait évaluer la distance : mais ce n'est qu'au prix d'opérations assez délicates et à l'aide de trois formules différentes que l'on obtenait une mesure exacte. On le voit, la méthode était assez complexe et elle n'est pas entrée dans la pratique journalière.

2° La double projection conique. La projection orthogonale

Si au lieu de la méthode analytique de Marie et Ribaut, qui reconstitue la situation dans l'espace du point radiographié par rapport au parallaxe stéréoscopique et à la base du décalage — ce qui amène la complexité des formules — on considère la réalité des deux projections coniques des rayons se pénétrant, on simplifie singulièrement la construction et les calculs.

C'est la base de la méthode de la projection orthogonale qu'utilisèrent Hirtz et Nogier pour le repérage des projectiles et Guilbert pour la mensuration des diamètre du bassin.

Il ne nous paraît pas superflu de rappeler ici cette construction géométrique qui est aussi à la base de la stéréométrie, soit :

S un point lumineux, point d'émission des rayons X;
P un plan de projection, plan du film à impressionner ;
A un point quelconque d'un objet à radiographier.

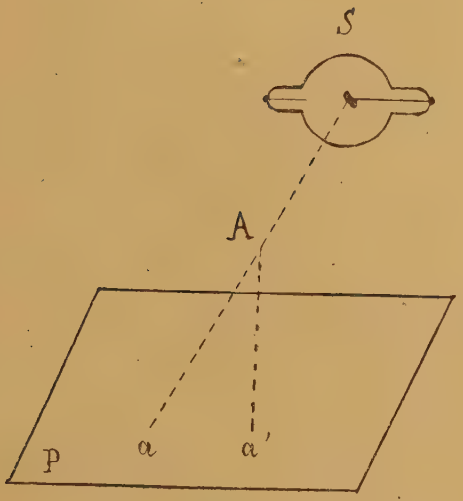

Fig. III
Projection orthogonale d'un point

On appelle projection conique du point A l'intersection a de la droite S A avec le plan P. La projection orthogonale du point A c'est le pied a' de la perpendiculaire abaissée de ce point sur le plan P.

Etant donnée une double projection conique d'un point de l'espace, il est possible d'obtenir la projection orthogonale de ce point par une construction très simple.

En effet, soit P un plan de projection horizontale : le film, A un point du corps à radiographier, S et S' deux positions successives de l'ampoule. Les deux projections coniques de A sont a et a'. Des points S et S' menons les perpendiculaires S s et S s' au plan P (en radiographie ces deux points S et s' sont les points d'impact sur le film du rayon normal dans la première position S de l'ampoule et dans la deuxième position S' (Fig. IV).

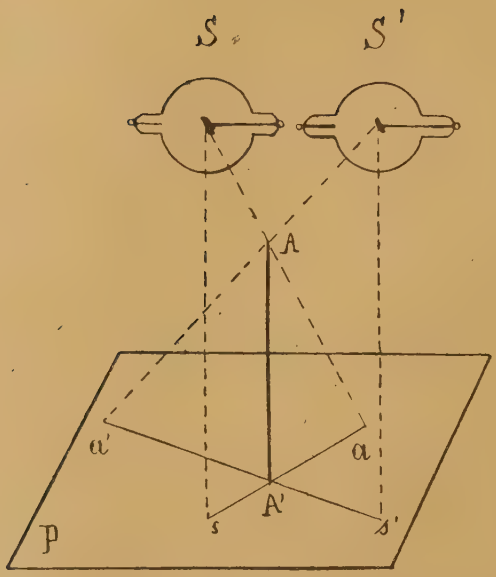

FIG. IV
Projection orthogonale de la double trajectoire conique d'un point

Menons maintenant les droites a s et a' s' ; l'intersection A' de ces deux droites est la projection orthogonale du point A. Il reste entendu que le déplacement SS' de l'ampoule est parallèle au plan P. Géométriquement cette construction se justifie très simplement de la façon suivante. Prouver que A' est la projection orthogonale de A revient à démontrer que la droite AA' est perpendiculaire au plan P. Or, cette droite AA' est à l'intersection des deux plans S a s et S' a' S' ; ces deux plans passant respectivement par les droites S s et S's perpendiculaires au plan P. sont perpendiculaires à ce plan ; leur intersection AA' est donc perpendiculaire au plan P donc A' est bien la projection orthogonale de A.

La radiographie d'une région où le point S est le centre de l'anticathode, le plan de projection P le plan du film, représente une projection conique de cette région. Des notions mathématiques élémentaires qui viennent d'être rappelées, on peut déduire la conséquence fondamentale suivante : toute méthode radiographique dans laquelle on procède à l'obtention de deux radiographies correspondant à deux positions successives de l'ampoule, peut permettre à la transformation de la double projection conique en projection orthogonale ; il suffit d'avoir donné à l'ampoule un déplacement parallèle au plan des films et de pouvoir déterminer sur les radiographies les points d'impact du rayon normal dans les deux positions de l'ampoule.

3° La méthode stéréogrammatique

Cette méthode est l'application stéréoscopique de cette construction géométrique. Elle permet la construction orthogonale sans épure et la mensuration directe, à condition de se remettre, pour examiner l'objet à mesurer, dans les conditions exactes de la prise de vue.

Soit une double projection radiostéréographique d'un corps (Fig. V).

Si nous regardons ce couple stéréographique dans les conditions de l'exposition, nous aurons l'impression d'examiner une image virtuelle située dans l'espace où se trouve l'objet radiographié.

Pour que la mensuration soit possible, il faut affleurer l'image virtuelle par un point — ce qui n'est possible,

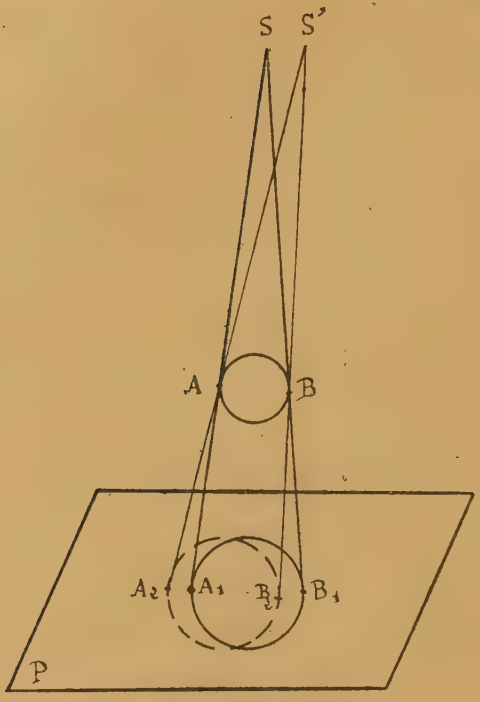

FIG. V

que si ce point peut se trouver à la fois sur l'axe des visée de deux points rigoureusement homologues des deux images du couple. Ce n'est possible que si les deux images sont superposées et le point allongé sur un fil parallèle aux deux radiographies. C'est-à-dire au sens du décalage des deux images radiographiques placées l'une au-dessus de l'autre. Le point devient alors une droite parallèle au décalage des deux cônes de projection et cette droite est le lieu géométrique où se trouve dans le système original d'exposition le plan et le point pénétrant le plan des deux rayons ou visées correspondantes.

Si, en effet, les conditions d'examen sont identiques aux conditions de prise de vue, l'entrecroisement des axes optiques se fera dans l'espace au point même où s'est fait l'entrecroisement des rayons X dans la prise de vue. La mesure ne saurait donc être réelle si on ne se met pas dans les conditions de base et de distance de la prise de vue.

(Voir construction du chapitre suivant, fig. VIII).

Si sur un plan perpendiculaire au plan des radiographies nous notons le point où le fil repère touche ce plan, nous faisons une construction orthogonale par rabattement sur un plan perpendiculaire, tandis que dans la construction orthogonale de Hirtz et de Guilbert elle était faite sur le plan même du couple stéréographique.

En effet, les axes optiques sont sur des plans superposés pour la nécessité de l'examen des deux clichés, et le point tangent est allongé sur un fil pour toucher deux points homologues. Mais si nous regardons des dessins, l'entrecroisement des deux axes superposés nous donne l'image suivante (Fig. VI).

Le point F est le fil repère et la perpendiculaire FF' mesure la distance du point F à la plaque.

Il en sera de même de tous les points de l'image virtuelle. Pour chacun d'eux, nous pouvons faire la même construction. Par exemple, pour les points f et f'. Mais si on se reporte plus haut au paragraphe de la projection orthogonale, nous voyons que nous faisons, par visée la construction géométrique simplifiée de Hirtz et de Guilbert, et pour mesurer au compas la distance qui mesure ces points nous n'avons qu'à les avoir notés sur le plan

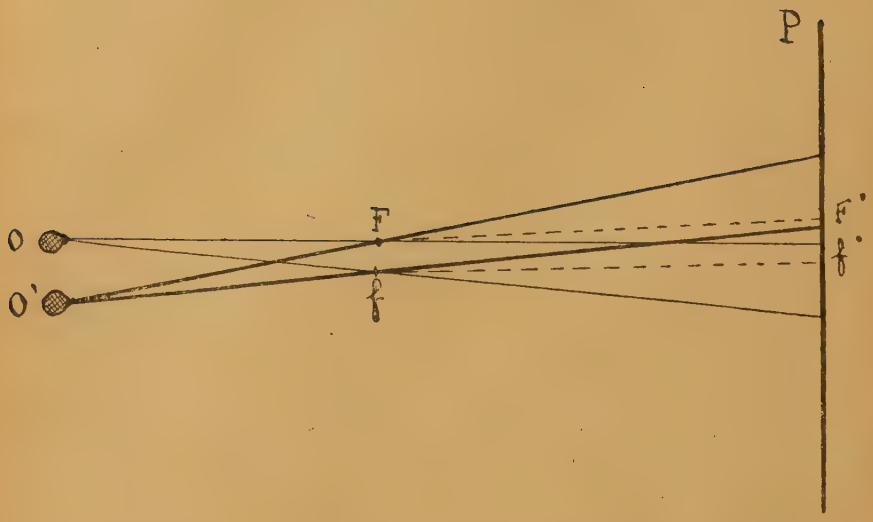

Fig. VI
Le point F est le fil repère et la perpendiculaire FF' mesure la distance du point F à la plaque

perpendiculaire au couple stéréographique. Si les points F et f sont dans le même plan, la mesure est directe. S'ils sont dans des plans superposés, il suffit de mesurer la hauteur qui sépara ces deux points par un curseur qui tranche le fil de visée et de faire la correction de hauteur par le calcul ou plus simplement par la construction du triangle rectangle, en mesurant au compas la distance oblique.

La distance réelle est F F' (carré de l'hypothénuse).

Pour les mensurations stéréographiques, il est nécessaire de reconstruire l'image virtuelle dans les dimensions de l'image réelle, d'après la théorie de Marle et Ribaut : elle se trouve reconstruite si les angles de vision

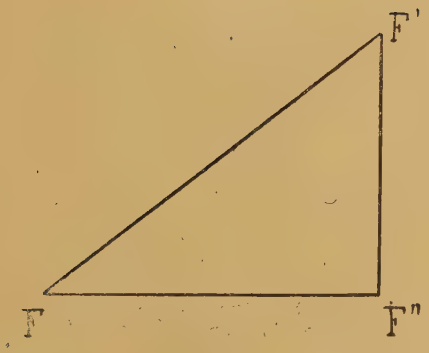

Fig. VII

sont égaux aux angles de prise de vues, en d'autres termes *si les conditions de décalage et de distance focale sont réalisées dans l'examen des clichés.*

D'autre part, il est nécessaire que le même repère puisse toucher deux points homologues ; enfin il faut avoir un troisième repère pour faire les corrections de hauteur.

On peut d'ailleurs schématiser la prise de vue stéréoscopique par une construction et on voit tout de suite comment s'expliquent ces erreurs de mensuration.

Soit à radiographier les points M N en deux positions A B. En A l'ampoule envoie pour deux points M N leur projection dans les directions A E et A F dans la position B elle les envoie dans la direction B C et B D. Si pour l'examen nous diminuons la distance A et B d'écartement et la distance qui sépare le plan A B de la plaque, la distance m n est diminuée, la sensation de relief est la même, mais celui-ci ne correspond plus à la réalité et l'image apparaît plus petite.

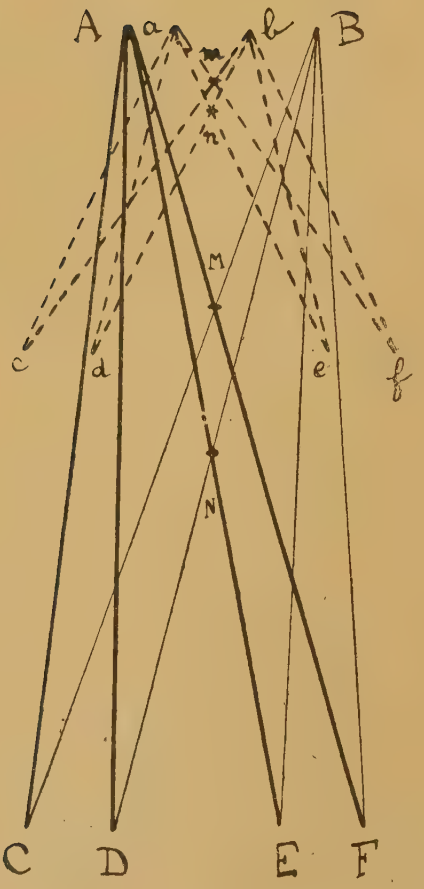

Fig VIII

C'est ce qui fait que les hyperstéréoradiographies ne peuvent servir de base à des mesures stéréoradiographiques exactes, car prises à 1 m. 25 au minimum, il faudrait les examiner à cette distance avec un écartement pupillaire égal au décalage de l'ampoule. Cette condition

est primordiale et c'est ce qui fait que les stéréoradiogrammes pris en hyperstéréographie et examinés sont parfaits au point de vue du relief, mais donnent à l'œil une impression de raccourcissement dans tous les diamètres. C'est là la grosse objection faite à la télestéréoradiographie par Belot, celle sur laquelle il a si justement appelé l'attention des radiologistes. Nous nous sommes rendu compte par nous-même du bien fondé de cette objection car toutes nos mesures faites sur des télestéréoradiographies étaient faussées lorsque nous ne nous mettions pas dans les conditions mêmes de la prise des clichés, c'est-à-dire qu'à la télestéréoradiographie, il faut de la télestéréométrie.

Nous voyons donc que le problème de la stéréométrie est possible à résoudre et qu'il a été résolu d'une façon théorique. Pour ce qui est de la pratique, nous devons reconnaître que l'on se heurte à de grosses difficultés dont la principale réside dans l'impossibilité de toucher sur les deux images stéréoscopiques deux points homologues avec le même repère. Nous avons vu la solution élégante donnée par Marie et Ribaut, mais malgré cela la méthode est inapplicable dans la pratique. Les différents appareils construits sur ces données n'ont rien apporté de nouveau à la solution du problème.

On peut faire d'ailleurs l'objection que la vision stéréoscopique n'est pas développée également chez tous les sujets et qu'une méthode basée sur un don inégalement réparti parmi les personnes est assez sujette à caution.

A ce sujet, nous ferons remarquer que la vision stéréoscopique est une question d'habitude et qu'en huit

jours on peut éduquer un individu atteint de strabisme et qui n'a jamais vu d'objets en relief. On a même employé (Wesley) la stéréoscopie pour corriger le strabisme.

D'ailleurs l'appréciation des distances est liée à la vision du relief et il faut reconnaître que les individus qui vivent dans les campagnes ont ce sens beaucoup plus développé. Il semble que la vie citadine ait émoussé notre sens du relief.

IV

Le Stéréo-ortho-diagraphe

De nombreux appareils ont été proposés pour effectuer les mesures stéréographiques. Aucun ne semble être employé d'une manière courante ; aucun ne semble donner entière satisfaction.

Nous allons présenter un appareil qui est l'application des principes que nous avons exposés dans la méthode géométrique de la double projection conique c'est l'appareil ortho-diagraphique de Beyerlen à double repère conjugué.

Cet appareil est caractérisé par ce fait qu'il permet des mesures directes sans aucun calcul, exactement comme si l'on mesurait le corps avec un centimètre. Ce qui est rendu possible par la superposition des épreuves, par l'emploi d'un repère vertical et d'un index mensurateur de la hauteur.

Nous avons été assez heureux pour avoir cet appareil entre les mains et nous avons pu effectuer, avec lui, des mensurations stéréographiques rigoureusement exactes. Voici une courte description de l'appareil : il est monté

sur une table à 3 pieds qui sert en même temps de support à la feuille de papier sur laquelle on établit les projections des distances à mesurer.

L'appareil comprend essentiellement un double négatoscope, un système optique et un système de visée et de reproduction graphique. Fig. X.

1° le négatoscope.

Placé à l'une des extrémités de la table, il se compose d'un cadre vertical en bois destiné à recevoir les deux films qui forment le couple stéréographique. Ce cadre est muni de verres dépolis, éclairés par une lampe ou par la lumière du jour. Devant ces verres, deux cadres métalliques superposés assujettissent les films à examiner. C'est là un des points principaux de l'appareil. Les deux stéréogrammes sont superposés (1) et non pas juxtaposés, ce qui permettra de toucher sur les deux clichés deux points homologues avec un même repère. D'autre part, les deux cadres métalliques sont mobiles et peuvent se déplacer latéralement l'un par rapport à l'autre à l'aide d'une molette à crémaillère.

2° Système optique :

Placé au bout le plus étroit de la table, il se compose d'un cadre métallique vertical parallèle au négatoscope, qui sert de support à une jumelle à ciseaux. Ce cadre est mobile sur deux rails et peut se rapprocher ou s'éloigner du négatoscope, ce qui permet de se mettre, pour la lecture du couple stéréographique. dans les conditions de distance où ils ont été pris.

(1) Nous entendons par là, placés l'un au dessus de l'autre.

A la partie extérieure du cadre métallique se trouvent les deux oculaires des deux jumelles ; ces oculaires sont munis d'un réglage dioptrique indépendant pour chaque œil ; la distance séparant ces deux oculaires est également réglable au moyen d'une molette à vis.

A la partie intérieure du cadre se trouve l'autre partie des jumelles qui se compose de deux périscopes inversés, formés de deux prismes à réflection totale. Fig. IX. Ces deux périscopes ont un objectif d'entrée que l'on peut écarter l'un de l'autre dans le sens horizontal au moyen d'une vis. On peut ainsi augmenter à volonté la distance des pupilles d'entrée. L'observateur en mettant ses yeux à l'oculaire reporte artificiellement ses pupilles à l'objec-

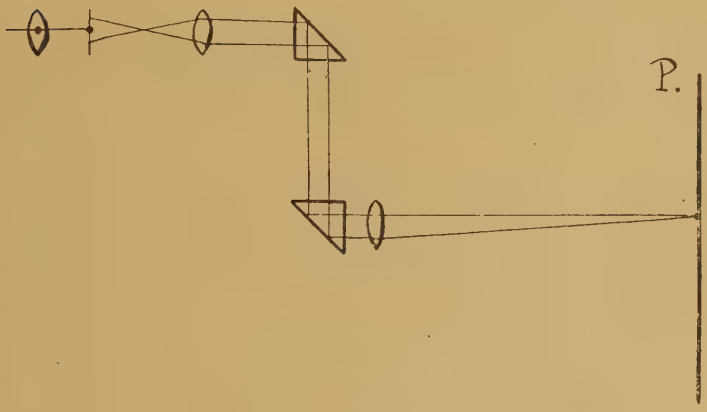

Fig. IX

tif, c'est-à-dire à l'extrémité des jumelles dirigée vers le couple stéréoscopique. Il peut ainsi, en écartant cette partie des jumelles, écarter ses pupilles. Cette manœuvre ne diminue en rien la netteté ni la dimension de l'image. La

reconstitution des objets se fait donc toujours en grandeur naturelle correspondant exactement aux dimensions effectives.

Un autre avantage de ce montage optique à deux périscopes est la possibilité d'obtenir facilement l'effet pseudoscopique. Il suffit, pour cela, de renverser les jumelles de 180° en interchangeant les périscopes, ce qui interchange les deux yeux : si la radiographie droite est en haut, on relève le périscope de l'œil gauche et on abaisse le périscope de l'œil droit : on a alors l'impression de voir l'objet par sa face postérieure.

Cette vision pseudoscopique a un intérêt de contrôle : la vision pseudoscopique permettant la correction de certaines images stéréoscopiques.

3° Appareil de mesure et de graphie.

Le système de mensuration et d'inscription est réuni en un seul. Il se compose de deux cadres métalliques rectangulaires mobiles sur des charnières et articulés. Un des grands côtés de l'un de ces cadres est articulé avec le bâti qui porte le négatoscope; l'autre côté est articulé avec le second cadre dont le côté libre est remplacé par un fil vertical de localisation. Ce fil qui peut être promené devant le couple stéréoscopique peut toucher des points homologues de l'image virtuelle du couple puisque les deux radiographies sont placées l'une au-dessus de l'autre. Il se trouve intercepter le rayon visuel de chaque œil visant un point sur chaque radiographie. Le fil est prolongé par un crayon inscripteur qui matérialise sur le papier les points visés à l'aide du fil. Il existe un autre modèle de cet appareil qui est beaucoup plus simple et

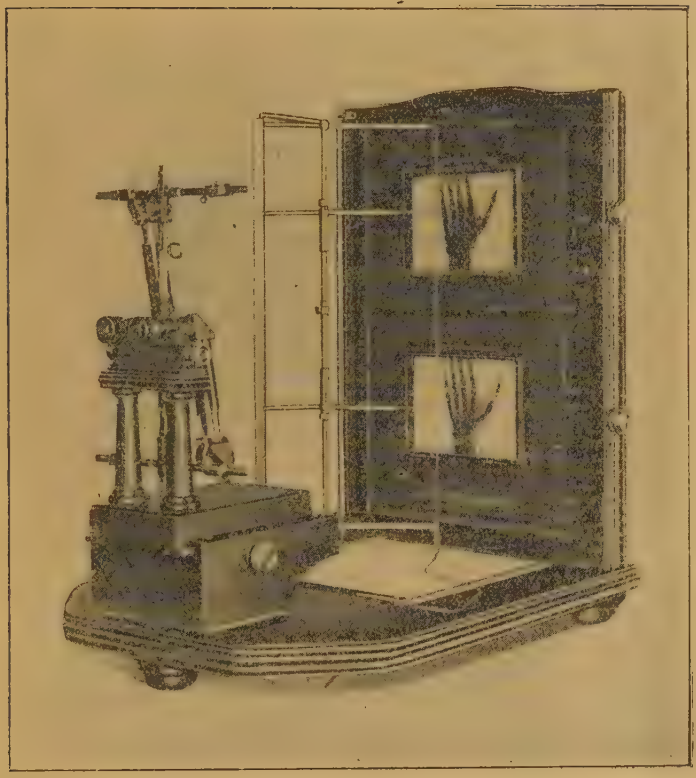

Fig. X

qui a sa place dans un laboratoire non spécialisé. Dans ce modèle le système optique est remplacé par un jeu de miroirs monté sur un bâti fixe, en bois. Ce modèle est de maniement beaucoup plus aisé mais ne permet de mesures exactes que pour les couples stéréoradiographiques pris à une distance donnée et avec un décalage de l'ampoule donné. L'appareil avec lequel nous avons expérimenté travaillait à 70 cm. avec une base de 7 cm.

V

Théorie de la mensuration stéro-ortho-diagraphique

Il faut, pour comprendre cette mensuration, considérer seulement l'image virtuelle que la vision bioculaire crée dans l'espace : cette image est une masse comprenant différents plans. Quand on examine un couple stéréographique, les rayons lumineux qui frappent chacune des deux radiographies (quel que soit l'optique employée) se croisent sur des plans différents de l'espace d'où la vision en relief. Quand on examine un objet plan, les deux yeux convergent vers tel ou tel point de ce plan sans qu'il y ait entrecroisement du rayon visuel.

L'examen d'une stéréographie demande donc physiologiquement une convergence plus ou moins grande des deux yeux, selon que l'on examine un point en avant ou en profondeur.

Dans le cas qui nous intéresse, il importe, pour la construction orthogonale, que l'image virtuelle se projette entre l'optique et le négatoscope. Cela s'obtient en décalant les deux images l'une par rapport à l'autre.

Quel que soit le mode de construction de l'appareil, les images que les procédés d'optique mettent devant chaque œil ne sont pas exactement superposables, sauf pour les points du corps radiographié qui étaient en contact immédiat avec le cliché. Elles ne sont superposables dans l'image en relief que par l'entrecroisement du rayon visuel des deux yeux en un point de l'espace en dehors de la plaque, soit en avant, soit en arrière.

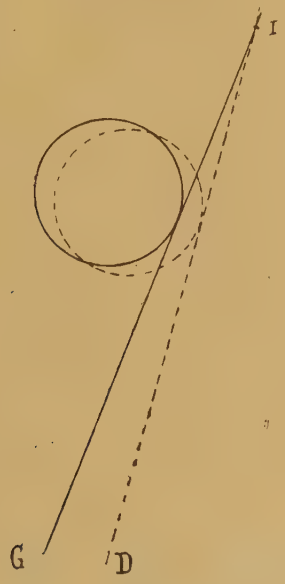

Fig. XI

Supposons, par exemple un point A d'un cylindre radiographié et un point homologue sur un autre cylindre radiographié. Chaque œil les perçoit séparément et, dans un premier cas, l'image de l'œil gauche étant à gauche, la superposition des deux images se fait en un point O derrrière le cliché. Fig. XI.

Dans le cas où. par décalage des images, celle de gauche est plus à droite que celle que perçoit l'œil droit, l'entrecroisement des deux rayons visuels se fera en avant du plan des clichés radiologiques. C'est ce que nous cherchons pour faciliter les mesures. Fig. XII.

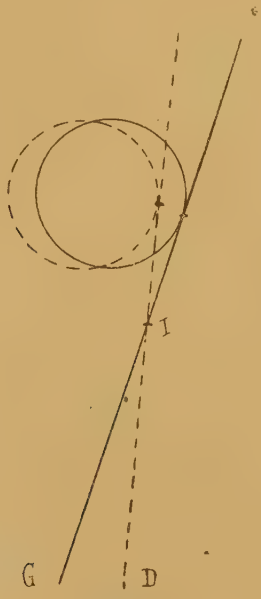

Fig. XII

Or, il nous est possible, nous l'avons vu, d'opérer ce décalage latéral des deux images par un artifice de construction et de reporter l'image virtuelle en avant ou en arrière. Si à l'endroit précis où se croisent les deux rayons visuels nous amenons un fil, celui-ci se superposera très exactement au point visé et paraîtra le toucher. Dans la vision mono-oculaire alternative, le fil se superposera sur l'une et l'autre image au point visé. Comme

nous l'avons vu pour l'examen de clichés, il faut se mettre dans la position de la prise des clichés si l'on veut avoir une mesure exacte.

1° Il faut mettre l'image virtuelle stéréoscopique à la distance du film où se trouvait l'objet radiographié. Ceci s'obtient en décalant les films par rapport l'un à l'autre.

2° Il est nécessaire d'examiner l'image avec l'écartement correspondant au décalage de l'ampoule au moment de la prise des vues et à la distance de prise des vues. La vérification de la visée par le fil vertical se fait en regardant avec chaque œil alternativement le fil et le point visé qui doivent se superposer exactement.

Dans les mensurations avec l'appareil stéréo-orthodiagraphique, les causes d'erreur sont de deux sortes :

1° Subjectives : manque d'habitude de ces mensurations et manque d'assurance qui en est la conséquence. Cela se corrige par l'exercice, en une demi-heure.

2° Appareil mal réglé :

Il est à conseiller de mettre deux repères sur le corps radiographié dont on connaît la distance ; si on retrouve ces mesures par vision stéréoscopique, toutes les mesures sont bonnes.

Corrections :

Les points obtenus sont la projection orthogonale sur le plan du papier de points qui sont situés dans l'espace sur des plans différents. La distance séparant ces points ne constituerait pas un diamètre exact. On rétablit celui-ci par construction. Il suffit de mesurer par le moyen du curseur la hauteur qui sépare ces points dans l'espace,

de reporter cette hauteur sur une perpendiculaire abaissée à l'extrémité du diamètre orthogonal, de calculer l'hypothénuse ou de la mesurer au compas.

Comme vérification, nous avons fait diverses radiographies de bassins secs, de crânes secs avec repères métalliques. Toutes les mesures que nous avons faites ont été vérifiées exactement.

La stéréo-orthodiagraphie est une méthode simple de manipulation aisée pour tout le monde, exacte au millimètre près et peu sensible aux erreurs quand on se met dans les conditions énoncées plus haut.

Nous allons voir qu'elle peut recevoir d'importantes applications en radiologie.

VI

Applications

1° Radiopelvimétrie

C'est à la mensuration des diamètres du bassin qu'il vient tout de suite à l'idée d'appliquer la méthode stéréo-orthodiagraphique. C'est pour cette mensuration que nous avons tout d'abord employé cette méthode. Nous avons fait de nombreuses mensurations avec un bassin sec et les résultats obtenus ont été d'une exactitude rigoureuse.

La diversité et le nombre des méthodes proposées nous ont montré combien peu donnent entièrement satisfaction et combien peu sont pratiques. En fait, aucune n'est employée d'une manière habituelle dans les diverses maternités.

Nous ne décrirons pas toutes les méthodes proposées jusqu'ici. Blanche, dans sa thèse inaugurale en a fait une revue et une critique tout à fait intéressante.

Nous nous contenterons de dire quelques mots des principales. La méthode de Fabre, basée sur la reproduc-

tion des diamètres en vraie grandeur au moyen d'un cadre métallique, est la méthode qui a été la plus employée. Disons, tout de suite, qu'elle est sujette à des erreurs importantes et qu'elle ne donne pas beaucoup plus de renseignements que ceux obtenus par la clinique.

La méthode de projection orthogonale proposée par Charles Guilbert, en 1918, demande une technique de prise de clichés trop minutieuse ; c'est un procédé assez long et peu réalisable dans la pratique.

La méthode de Lévy-Solal n'est qu'une répétition de la méthode précédente, en y ajoutant l'emploi d'un repère sacro-vertébral, et le contrôle stéréographique à l'aide du stéréothésimètre de Paris et Richard. Outre que l'emploi du repère est susceptible d'être la cause de grosses erreurs, ce qui manque à la méthode de Lévy-Solal, c'est la possibilité, avec un repère, de toucher deux points rigoureusement homologues des deux images stéréographiques.

Spalding, en 1922, propose une méthode qui est la combinaison des méthodes précédentes : en se basant sur une série d'expériences, il conclut à la supériorité des mesures radiographiques sur les méthodes cliniques.

Blanche, dans sa thèse, en 1924, reprenant la méthode de Ch. Guilbert, y apporte quelques modifications qui simplifient la technique de prise des clichés, mais l'établissement des épures est une complication qui rend la méthode peu applicable dans la pratique courante.

L'oubli dans lequel les accoucheurs ont laissé ces méthodes prouve surabondamment qu'elles ne donnent pas entièrement satisfaction.

Nous avons donc appliqué à la mensuration stéréo-orthodiagraphique et nous avons pu nous rendre compte qu'elle était appelée à remplacer avantageusement toutes les autres méthodes.

Elle ne nécessite aucun appareillage spécial pour la prise du couple stéréoscopique. Il suffit d'employer l'anti-diffuseur Potter Bucky que possèdent tous les laboratoires bien outillés et de prendre quelques précautions.

Voici comment nous-même avons procédé pour nos mesures :

Nous plaçons la patiente en décubitus ventral sur le Potter Bucky dons les lames doivent être perpendiculaires au déplacement de l'ampoule.

L'ampoule est centrée sur le croisillon du Potter Bucky et la malade est placée de façon à ce que le rayon normal passe un peu au-dessus du promontoire, de manière à rendre plus sensible la courbure du sacrum.

Pour la prise de vue, il n'y a pas besoin d'une grande précision, car on retrouve les mesures de profondeur et la cote par examen direct.

L'ampoule est décalée de 3 centimètres 5 vers la droite et on prend le premier cliché. On décale d'ampoule de 3 centimètres 5 vers la gauche et on prend le deuxième cliché. On a ainsi un déplacement total de 7 centimètres; la distance focale optima pour les anti-diffuseurs oscillants est de 70 centimètres.

Le couple stéréoscopique ainsi obtenu est placé sur le négatoscope de l'appareil stéréo-orthodiagraphe de telle façon que l'œil droit regarde l'image droite, l'œil gauche l'image gauche. Le système optique est placé à 70 centi-

mètres des deux films et l'écartement des deux objectifs de la jumelle est amené à 7 centimètres.

On a ainsi, devant les yeux, une image virtuelle du bassin qui est la reproduction exacte en forme et en dimension du bassin de la femme radiographiée. Il ne reste plus qu'à en prendre les mesures.

Pour cela on amène le fil vertical au centre des deux clichés à 5 centimètres du plan des films, distance qui sépare le corps radiographié de la plaque dans le Potter Bucky. Si l'on voit un double fil et que par vision monoculaire alternée on ne voit pas le fil sur le même point du bassin, on fait varier la position des deux clichés par rapport l'un à l'autre jusqu'à ce que l'on voit le fil sur le même point.

On commence alors les mesures : soit à mesurer le diamètre promonto-sus-publien.

On promène le fil en avant et en arrière jusqu'à ce que l'on soit sur le plan antérieur du promontoire. Avec un peu d'habitude, on arrive très rapidement à voir le fil pénétrer en arrière du promontoire ou passer, en avant. On l'immobilise dès que l'on voit qu'il affleure le promontoire. Pour savoir si le fil est bien sur le promontoire à son point le plus saillant, on ferme alternativement les yeux : si le point est exact, on doit avoir avec chaque œil séparément le fil sur le même point précis. Lorsque l'on a le point exact, on immobilise le fil et on marque avec le crayon qui le prolonge un point sur le papier placé sur la table.

On procède de même pour le point sus-pubien. On réunit les deux points, on a ainsi sur un plan la projection de la distance qui sépare les deux points. Mais nous

avons obtenu une projection plane d'un plan oblique. La distance séparant les deux points tracés sur le papier ne représente pas le diamètre promonto-sus-pubien exact. Il suffit de le rétablir par construction en mesurant, à l'aide du curseur placé sur le cadre la hauteur qui sépare les deux points repérés dans l'espace. On porte cette hauteur sur une perpendiculaire abaissée du pied du diamètre obtenu par la première mensuration et on mesure l'hypothénuse.

Comme on le voit, la méthode est simple et elle est exacte au millimètre près.

Tous nos essais sur bassins secs nous ont donné des résultats remarquablement exacts.

Voici comment nous avons procédé. Prenant un bassin sec, nous avons collé sur le promontoire, à l'aide de leucoplaste, un petit repère formé par un fil de plomb recourbé en u. Nous avons fait de même pour le pubis. Nous avons fait nos mesures en prenant un point sur les deux repères, puis avec un compas nous avons mesuré la distance séparant ces deux points et nous l'avons reportée sur le papier. Avec un centimètre nous avons mesuré les distances obtenues d'une part avec le stéro-orthodiagraphe, d'autre part avec le compas et nous avons obtenu, dans les deux cas, 11 centimètres 5. Ceci s'entend pour des mesures faites par des personnes s'étant servi de l'appareil pendant une demi-heure à une heure. Lorsque pour les mesures nous nous sommes adressés à des personnes ne s'étant jamais servi du stéréo-orthodiagraphe, nous avons obtenu des différences de un ou deux millimètres. Comme contrôle nous nous sommes habitués à

toujours mettre sur la peau un repère de 5 cm. dont nous évaluons la grandeur, si notre mesure est juste nous sommes assurés que toutes nos mesures suivantes seront justes.

Céphalométrie

Il y a un gros intérêt à mesurer les diamètres céphaliques avant l'accouchement dans les cas de dystocie et de les comparer avec les diamètres du bassin. Il y a là un facteur fort important pour le pronostic de l'accouchement.

Toutes les méthodes proposées jusqu'ici n'ont donné aucun résultat et Blanche, dans sa thèse, conclut en disant : « Nous croyons que le jour où le stéréoscope mensurateur deviendra un appareil pratique et abordable les mensurations céphaliques deviendront possibles ».

Ce que nous avons dit pour la radiopelvimétrie, au sujet de la méthode stéréo-ortho-diagraphique s'applique à la céphalométrie.

Le seul écueil sera la difficulté d'obtenir des clichés bien clairs et bien lisibles ; mais cela ne peut être imputable à la méthode.

Repérage des corps étrangers

Là, les difficultés à vaincre sont moins grandes et les résultats sont encore remarquables. Il suffit de placer sur la peau des points de repère pour faire le point du corps étranger avec une exactitude absolue.

Soit à repérer une balle de révolver dans le massif facial, comme nous avons eu à le faire. Une première ra-

diographie ayant été faite, les chirurgiens nous demandèrent de repérer exactement le projectile, qui, disent-ils en s'appuyant sur les données cliniques, doit se trouver dans la fosse ptérygoïde.

Nous faisons un couple stéréo-radiographique du crâne de la malade, de profil, sur film 30/40, avec l'anti-diffuseur Potter Bucky. A l'aide de ces stéréo-radiographies, nous faisons nos mesures.

La malade a gardé ses boucles d'oreilles, qui nous servent de repères. Nous mesurons la distance de ces deux repères que nous trouvons être conformes à la réalité. L'effet plastique est excellent, et nous arrivons facilement à situer le projectile par rapport à la branche montante du maxillaire inférieur et par rapport à la boucle d'oreille droite, d'après notre calcul la balle doit se trouver dans le plancher de la bouche, à 3 c/m. 5 de l'angle du maxillaire. La position de ce corps étranger est vérifiée à l'intervention.

Diamètres cardiaques

Il est une application à laquelle nous avons songé, mais de laquelle nous n'avons aucune expérience, c'est la mensuration des diamètres cardiaques. Là, le relief existe à peine, et il faudrait prendre les clichés après la révolution cardiaque totale, et au même instant précis de cette révolution.

Nous nous proposons d'étudier la question ultérieurement. Peut-être les résultats dépasseront-ils nos espoirs, peut-être serons-nous déçus?

VII

Conclusions

Nous avons cru utile de présenter une méthode et un appareil stéréométrique qui permet les mesures avec facilité, avec de simples clichés radiographiques et sans construction spéciale ; qui permet le repérage des corps étrangers en même temps par rapport à la surface et par rapport à des repères anatomiques osseux ; qui permet, au point de vue clinique, l'examen des clichés avec un respect des formes et du relief au moins égal à celui des autres appareils.

Si nous croyions nécessaire d'illustrer objectivement la démonstration générale que nous venons d'en faire, nous dirions que la précision de cet appareil est telle qu'elle permet, avec quelques artifices de construction, de reproduire exactement un buste ou une maquette d'après un couple stéréographique, c'est-à-dire le dessin exact dans l'espace.

Vu, le Doyen, *Vu, le Président,*

ROGER. STROHL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

LAPIE.

Bibliographie

Aubourg et Galezewski. — Radiographie stéréoscopique. Théorie optique. Résultats pratiques. Appareil de Matthey. — *Bull. et Mém. Soc. de Radiol. Méd. de Paris*, 1909 p. 68 à 72.

Beclére. — La création des plans en radiogaphie stéréoscopique. *C. R. Acad. des Sc.*, 1918. CLXVIII, p. 533. *Sté. de Radiol.*, 1919, VII, p.29.

Beck. — Röntgen Rays : *Diagnosis and Therapy*, 1904.

Bell. — La pelviradiographie par la méthode de Fabre. — *Amer. Journal of Obst. and Gyn.*, St-Louis, t. II, n° 6 (déc. 1921).

Belot, Bardy et Talon. — A propos de la précision de l'hyperstéréographie. — *Bull. et Mém. Sté. de Radiol. Méd. de France, fév.* 1926, p. 48 à 56.

Beyerlen. — Praxis und Zweckmäbigkeit in der Stéréogrammatrischen Perlokation der Röntgenbildes mit Vorführung des Stéréo-orthodiographen. — Verhanalungen der Deutschen Rœntgen Gesellschaft, Band XI.

Blanche. — Essai de Radiologie obstétricale. Thèse Paris, 1924.

Bouchacourt. — Etude sur la radiopelvimétrie du détroit supérieur. — Soc. de Radiol. Méd. de France, nov. 1909, p. 234.

Bouchard. — Traité de radiologie médicale, 1905.

Caldwell. — The stereoscopy in Röntgenography. — *Amer. Journ. of Röntgenology N.-Y.*, 1918, N. S. U., 554.

Canton. — Radiographie et radiométrie appliquée à l'obstétrique. — *Arch. élec. méd.*, 1907, p. 893.

Carlos Santos. — Procédé rationnel de Radiopelvimétrie. — *Arch. élec. méd.*, 1900, p. 425. — Congrès de Paris, août 1900.

Cazes. — Stéréoscopie de précision, 1905.

Chatellier. — Du procédé stéréoscopique dans l'examen ra-

diographique du crâne et de la face. — *Paris Médical*, sept. 1926.

Collardeau. — Traité général de stéréoscopie.

Contremoulins. — Nouvel appareil de Radiopelvimétrie. — *Arch. électr. méd.*, 1902, p. 372-373. — C. R. Ac. des n° 16, 21 avril 1901. — *Arch. élect. méd.*, 1901, p. 641.

Cottenot. — Traité de Pathologie médicale Sergent, Art. Radiologie, 1921.

Dessauer et Kreiss. — Mesures radiologiques du bassin. — *Arch. élec. méd.*, 1914, p. 517. — X^e^ Congrès de la Société Allem. de Röntgen, 1914.

Destot. — Société de Biologie, 1906, Ac. de Méd., 1896. — Sur certains procédés de mensuration en radiographie et radioscopie pelvimétrique. — *Arch. élec. méd.*, 1900, p. 409.

D'Halluin. — Radiographie stéréoscopique, ses résultats dans l'étude du squelette, la localisation des corps étrangers, les recherches anatomiques. — *Journ. des Sc. méd.*, 1909, p. 182. — La radiographie stéréoscopique et l'étude du système vasculaire.

Diocles. — La télestéréoradiographie. — Communication à la Société Française d'électro-radiologie, 1924. — — *Arch. de Méd. et de Pharmacie militaires*, 1924. — *Journal Belge de Radiologie*, n° 3, 1925. — Télestéréo-radiographie. Bases théoriques. Données expérimentales. — *Bull. et Mém. de la Société de Radiol. méd. de France*, oct. 1925.

Donnadieu. — Traité de photographie stéréoscopique.

Drouin. — Le stéréoscope, 1894.

Druner. — Ueber die stéréoskopie und stereoskopische messung. Fort. auf. d. g. d. k., IX, s. 225. — Ueber den stereoskopische messung strereogrammatie des bessungs. — *Arch. für Klin. Ch.*, bd. 112, III et IV.

— Ueber den stereoplanigraphen und seine verwendung sur Lagebestimmung vongeschosen. — *D. M. V.*, 1916, n° 48.

Ewald et Gross. — Ueber stereoskopie und pseudoskopie. — *Arch. f. d. Ges. Physiol.*, Bonn., 1906, CXV, 514-532.

Eijkman. — Nieuwe lockpassinger der stereoskopie. — *Nederl. Tidjschi. v. Geneesk. Amst.*, 1909, p. 971.

Fabre. — De la radiographie métrique. — Communic. de Fochier. — Société de Chirurgie, Lyon, juin 1899. — *Lyon médical*, juillet 1899, S. O. P., 1900, p. 378.

— De la radiographie pelvimétrique appliquée à la mensuration des diamètres du détroit supérieur. — *Arch. élec. méd.*, 1900, p. 432. — Traité de photographie stéréoscopique, 1906.

Fabre (William). — De la radiographie métrique du détroit supérieur dans le bassin non dystocique. — Thèse Lyon, 1913-14.

Fraudet. — Stéréotélescope pour examen direct de radiographies stéréoscopiques. — *Journal de Radiologie*, 1916-17, p. 82.

Gillet. — Neuer Verfahren zur metrischen bestimmung der lage von frendkorpren. u. organtelein vermittelst der Röntgenstrahlen. Fort. auf d. g. der. R. XI, p. 214.

Grillon Ph. — Technique radiologique, 1919.

Guilbert et Gimbert. — Pelviradiométrie par la méthode de la projection orthogonale. — *Ann. de Gyn. et Obst.*, 1918, T. 13, p. 99 à 106.

Ch. Guilbert. — Pelviradiométrie par la méthode de la projection orthogonale. — *Journal de Radiologie*, 1920, p. 597 à 602.

— Radiopelvimétrie par la méthode orthogonale et pelvimétrie stéréographique. — *Paris-Médical*, 24 juin 1922, p. 536-537.

Guilleminot. — Electrologie et radiologie, 1922.

Guilloz. — A propos de la radiographie stréoscopique. Méthode des réseaux. — *Arch. élec. méd.*, 1908.

Haret et Grunkraut. — De la pelvimétrie par la radioscopie. — *P. M.*, oct. 1920. — *Journal de Radiologie*, 1920, p. 509.

Haret et Grünkrant. — La radiopelvimétrie. — *Journal de Radiologie*, 1920, p. 509.

Haret. — La radiopelvimétrie. — *Journ. de Radiologie*, 1920, p. 413. — Cadre de Fabre modifié pour la radiopelvimétrie. — *Journ. de radiologie*, 1921, p. 33. — La

radiopelvimétrie et la radiographie de la grossesse. — *Journ. de Radiologie*, 1924, p. 521.

Hasselwander. — Ueber die Anwendung und der Wert der stereoröntgenogrammatischen méthode. — *Munch. med. Woschenschr.*, 1916, LXIII, 1127.

Hirtz. — La radiostéréoscopie en chirurgie de guerre. — *Journ. de Radiologie*, 1916.

Hoenish. — Gynakologische Beckmessüng mittels der Röntgenverfarhen. — *Monat. f. Geb. u. Gyn.*, 192, T. 36, p. 609.

Holland. — Notes sur un châssis permettant de faire rapidement des stéréo-radiogrophies (modèle établi pour le cancer hospital London). — *Arch. of Radiol. and electrotherapy*, n° 233.

Holzknecht. — Die Röntgenologische diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide.

Herbert Thoms. — Délimitation du détroit supérieur par les rayons X. — *The Americ. Jour. of Obst. and Gyn. Saint-Louis*, n° 3, sept. 1922, p. 237.

Imbert et Bertin Sans. — Comptes rendus Académie des Sciences, mars 1896.

Jarricot. — Remarques et expériences sur une méthode radiographique de mensuration des diamètres du détroit supérieur. — *Bull. Société d'anthrop.*, Lyon, 1906.

Jaugeas. — Précis de radiodiagnostic, 1918.

Katz Salow. — Zür Frend Körpernlokalisation, Berlin, K. L. W., 1914, H. 21.

Kendrick et Joung. — Une méthode de mensuration des diamètres pelviens. — Compte rendu de la Société Obst. d'Edimbourg, mars 1912, S. O. P., 1914, p. 43.

Kehrer Dessauer. — Versuche u. erfarhüung mit der Röntgenology Beckmessüng. — *Munchen Med. Woch.*, janv. 1914, p. 22.

Kells. — Stereoscopic roentgenology-stereography. — Internat. f. orthodontia St-Louis, 1919, v. 175-190.

Kreiss. — Pelvimétrie par les rayons X. — *Zent. f. die. Ges. Gyn. und Geb.*, T. V, 1914, p. 177.

Lambert. — Sur la stéréoradioscopie. — *Journ. de Radiologie*, 1923, p. 474-522. — Stéréoscopie par la métho-

de à éclipse. — *J. de Radiologie*, 1924, p. 33, C. R. Ac. des Sciences, mai 1923.

Lambertz. — Die Perspektive in den Röntgenbildern u., die teknik der stereoskopie, F. a. d. g. d. R., IV.

Ledoux-Lebard et Ombredanne. — Localisation et extraction des projectiles, 1917.

Lévy-Solal. — Un procédé de radio-pelvimétrie. Méthode stéréoradiographique. — G. et O., 1920, T. I, p. 255. — *Journ. de Radiol.*, 1921, p. 202.

Lévy et Thumin. — Méthode de mensuration du bassin par la trigonométrie.

Lomon et Hahn. — Précis de radiologie pratique, 1913.

Mackensie Davidson (Sir James). — Localisation by X Rays and stereoscopy, London, 1906.

Mac Kensie (W. R.). — Remarks of roentgenographie pelvimetry. — *British med. Journal*, juin 1918, n° 996, p. 612.

Marie. — Radiographie stéréoscopique de précision sur la radiographie, juillet-août 1899.

Marie et Ribaut. — C. R. Acad. des Sciences, mars 1897. — *Archives de Physiologie*, juillet 1897. — *Arch. élect. méd.*, août 1897. — C. R. Ac. des Sciences, août 1898. — *Arch. de Physiol.*, oct. 1898. — In Traité Radiol. de Bouchard.

Marie et Cluzet. — Pelvimétrie radiographique. — *Arch. élec. méd.*, 1900, p. 66.

Mathet. — Traité pratique de photographie stéréoscopique.

Massiot. — Manuel pratique du manipulateur radiologiste, 1915.

Manning. — Radiopelvimétrie. — *Journal de Radiol.*, 1924.

Morin. — De la détermination du plan du détroit supérieur par la radiographie. — *Arch. élec. méd.*, 1901, p. 148. — Mensuration radiographique du bassin. — *Arch. élec. méd.*, 1901, p. 513.

Petit. — Application à la pelvimétrie du radiocorrecteur. — *Arch. élec. méd.*, 1906, p. 948

Pigeon. — Etude sur la stéréoscopie. — *Ann. oculistiques*, sept. 1916.

Pinard et Varnier. — Méthode de mensuration pelvienne par comparaison. — Congrès de Moscou, 1897.

PULLFRISH. — Stereoskopisches sehen u. messen G. Fisher, Iéna, 1911.

RÉMY et CONTREMOULINS. — Note sur l'emploi de la radiographie stéréoscopique dans les recherches anatomiques. — C. R. Acad. des Sciences, nov. 1896.

RENARD. — Contrib. à l'étude de la localisation anat. et repérage rigoureux des projectiles par le radiostéréomètre Tauleigne Mazo. — Thèse Paris, 1916.

RIBAUT et BROCQ. — Localisation anatomique des projectiles par la radiographie stéréoscopique. — *Journ. de Radiol.*, 1916-17, p. 79.

ROUILLIES et LACROIX. — Dispositif nouveau de radioscopie stéréoscopique. — *Arch. élec. méd.*, avril 1899.

SHÖNBERG ALBERS. — Die Röentgenstrahlente, 1906-1913.

SANDOZ. — Présentation d'un appareil pour la radio-mensuration. — *Journ. de Radiol.*, 1920.

SPALDING. — Mensurat. pelv. par Rayons X. Stéréo-radiographie. — *Surgery gyn. and obst.*, Chicago, t. XXXV, déc. 1922, p. 813 à 815.

STOCKHAMMER. — Stéréoscopie rationnelle, 1913.

STOLZE. — Die stereoskopie und das stereoskop in theorie und praxis, 2e édit.

TALON. — Des applications de la stéréoscopie à la Radiographie. — Thèse de Paris, 1925.

TAULEIGNE et MAZO. — Comptes rendus, acad. des Sciences, sept. 1917.

TREDELEMBOURG. — Stereoskopischemepmethoden an Röentgenaufnahmen. — *Zeitsch. f. arztl. fort. b.*, 1916, n° 3.

VAN ELBENHORST TENGBERGEN. — A propos de la radiographie stéréoscopique et d'un appareil nouveau. — *Jour. de radiol.*, 1921, p. 513.

VARNIER. — Communic. à l'Ac. de méd. sur des expér. de pelvimétrie, 1896.

— Radio-pelvimétrie à longue portée. — *Arch. élec. méd.*, 1901, p. 58 et p. 250.

WEILL. — Eléments de radiologie, 1920.

Images. — Imp. Commerciale Perrette